

PAT-NO: JP02005078706A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005078706 A
TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDING DEVICE
PUBN-DATE: March 24, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATONO, NAOTO	N/A
OTA, NORIKAZU	N/A
OTSUKI, MITSUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TDK CORP	N/A
SHINKA JITSUGYO KK	N/A

APPL-NO: JP2003307377

APPL-DATE: August 29, 2003

INT-CL (IPC): G11B005/31, G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head in which a recording operation can be secured stably by preventing collision with a recording medium by decreasing the extent of projection of a recording shield layer.

SOLUTION: A heat radiation layer 10 for radiating heat generated in a thin film coil 16 is provided at a leading side of the thin film coil 16. When the thin film coil 16 is heated in recording information, the heat is not guided to the trailing side of the thin film coil 16, that is, the arrangement position

side of a write-shield layer 18, but guided preferentially to the reading side,
that is, the opposite side of the arrangement position side of the
write-shield
layer 18 and radiated. Thereby, little heat is accumulated in the
write-shield
layer 18, and since the write-shield layer 18 hardly expands
thermally, the
extent of projection of the write-shield layer 18 is decreased.

COPYRIGHT: (C) 2005, JPO&NCIPI

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2005-78706

(P2005-78706A)

(43)公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51)Int.Cl.⁷

G11B 5/31

G11B 5/39

F 1

G11B 5/31
G11B 5/31
G11B 5/31
G11B 5/31
G11B 5/39

テーマコード(参考)

H 5D033
C 5D034
F
K

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 30 頁)

(21)出願番号

特願2003-307377(P2003-307377)

(22)出願日

平成15年8月29日(2003.8.29)

(71)出願人 000003067

TDK株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(71)出願人 500393893

新科實業有限公司

SAE Magnetics (H. K.)
Ltd.香港新界葵涌葵豐街38-42號 新科工
業中心SAE Tower, 38-42 Kwa
i Fung Crescent, Kwa
i Chung, N. T., Hong K
ong

(74)代理人 100109656

弁理士 三反崎 泰司

最終頁に続く

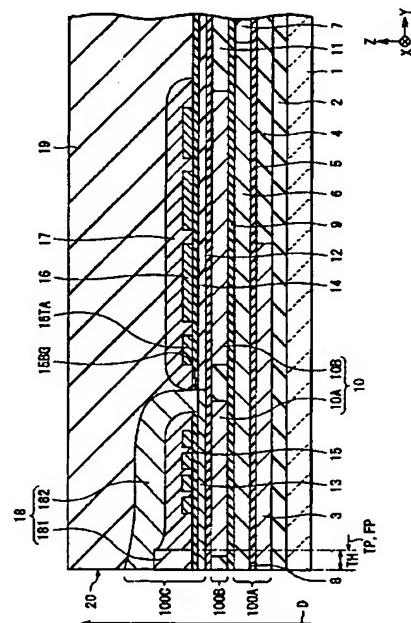
(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよび磁気記録装置

(57)【要約】

【課題】 記録シールド層の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することが可能な薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 薄膜コイル16のリーディング側に、その薄膜コイル16において発生した熱を放熱するための放熱層10を設ける。情報の記録時に薄膜コイル16が発熱すると、その熱は薄膜コイル16のトレーリング側、すなわちライトシールド層18の配設位置側に優先的に誘導されず、リーディング側、すなわちライトシールド層18の配設位置側と反対側に優先的に誘導されて放熱される。これにより、ライトシールド層18において蓄熱しにくくなり、そのライトシールド層18が熱膨張しにくくなるため、ライトシールド層18の突出量が減少する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

媒体進行方向に移動する記録媒体に磁気的処理を施す薄膜磁気ヘッドであって、
磁束を発生させる薄膜コイルと、
この薄膜コイルの前記媒体進行方向側と反対側において前記記録媒体に対向する記録媒体
対向面から後方に向かって延在し、前記薄膜コイルにおいて発生した磁束を前記記録媒体
に向けて放出する磁極層と、

前記薄膜コイルの前記媒体進行方向側において前記記録媒体対向面から後方に向かって
延在し、前記磁極層から放出された磁束の広がりを防止する記録シールド層と、

前記薄膜コイルの前記媒体進行方向側と反対側に配設され、その薄膜コイルにおいて発
生した熱を放熱する放熱層と、
10

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記放熱層は、前記磁極層の前記媒体進行方向側と反対側に配設されている
ことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記放熱層は、非磁性材料により構成されている
ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】

前記放熱層は、前記記録シールド層よりも熱伝導性が高く、かつ熱膨張性が低い材料に
20
より構成されている

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記放熱層は、前記磁極層よりも熱伝導性が高く、かつ熱膨張性が低い材料により構成
されている

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記放熱層は、銅 (Cu)、金 (Au)、銀 (Ag)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、クロム (Cr)、亜鉛 (Zn)、錫 (Sn) およびタンクステン (W) を含む群の
うちのいずれかを含んで構成されている
30

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】

さらに、前記放熱層と前記磁極層との間に配設された第 1 の分離層を備え、
前記放熱層は、前記第 1 の分離層を介して前記磁極層から電気的に分離されている
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】

さらに、前記放熱層の前記媒体進行方向側と反対側に配設され、磁気抵抗効果を利用して
磁気的処理を実行する磁気抵抗効果素子と、

この磁気抵抗効果素子と前記放熱層との間に配設され、前記磁気抵抗効果素子を周囲から
40
磁気的に分離する再生シールド層と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】

前記再生シールド層は、前記放熱層の配設領域に対応する領域に配設され、
その再生シールド層の平面形状の輪郭は、前記放熱層の平面形状の輪郭よりも大きくな
っている

ことを特徴とする請求項 8 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】

さらに、前記放熱層と前記再生シールド層との間に配設された第 2 の分離層を備え、
前記放熱層は、前記第 2 の分離層を介して前記再生シールド層から電気的に分離されて
50

いる

ことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】

前記放熱層は、前記再生シールド層に隣接している

ことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 12】

さらに、前記放熱層の周囲に埋設された第 3 の分離層を備え、

前記放熱層は、前記第 3 の分離層を介して周囲から電気的に分離されている

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 11 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】

前記放熱層は、前記薄膜コイルの配設領域に対応する領域に配設され、

その放熱層の平面形状の輪郭は、前記薄膜コイルの平面形状の輪郭よりも大きくなっている

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

10

【請求項 14】

前記放熱層は、前記記録媒体対向面から後退した始端位置から後方の終端位置まで延在している

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 13 のいずれか 1 項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 15】

前記放熱層は、1 つの連続構造を有して連続的に延在している

20

ことを特徴とする請求項 14 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 16】

前記放熱層は、複数に分割された分割構造を有して断続的に延在している

ことを特徴とする請求項 14 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 17】

前記放熱層は、前記始端位置からその始端位置と前記終端位置との間の第 1 の途中位置まで延在する第 1 の放熱層部分と、前記第 1 の途中位置よりも後退した第 2 の途中位置から前記終端位置まで延在し、前記第 1 の放熱層部分から分離された第 2 の放熱層部分と、の少なくとも一方を含んで構成されている

ことを特徴とする請求項 16 記載の薄膜磁気ヘッド。

30

【請求項 18】

前記第 1 の放熱層部分と前記第 2 の放熱層部分との間、ならびにそれらの第 1 の放熱層部分および第 2 の放熱層部分の周囲に第 3 の分離層が埋設され、前記第 1 の放熱層部分および前記第 2 の放熱層部分が前記第 3 の分離層を介して周囲から電気的に分離されており、

前記第 3 の分離層のうちの前記第 1 の放熱層部分よりも後方の部分は、フォトトレジストにより構成されている

ことを特徴とする請求項 17 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 19】

さらに、前記放熱層の前記媒体進行方向側と反対側に配設され、磁気抵抗効果を利用して磁気的処理を実行する磁気抵抗効果素子と、この磁気抵抗効果素子と前記放熱層との間に配設され、前記磁気抵抗効果素子を周囲から磁気的に分離する再生シールド層と、を備え

40

前記放熱層は、前記第 1 の放熱層部分および前記第 2 の放熱層部分の双方を含んで構成され、

前記再生シールド層は、前記第 1 の放熱層部分に対応して配置された第 1 の再生シールド層部分と、前記第 2 の放熱層部分に対応して配置され、前記第 1 の再生シールド層部分から分離された第 2 の再生シールド層部分とを含んで構成されている

ことを特徴とする請求項 17 または請求項 18 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 20】

50

前記薄膜コイルは、一端部を中心としてスパイラル状に巻回された巻回構造を有し、前記放熱層は、前記第1の放熱層部分および前記第2の放熱層部分の双方と共に、さらに、前記第1の放熱層部分と前記第2の放熱層部分との間に配設され、それらの第1の放熱層部分および第2の放熱層部分から分離されると共に前記薄膜コイルのうちの前記一端部に連結された第3の放熱層部分を含んで構成され、

この第3の放熱層部分は、導電性材料により構成され、前記一端部を通じて前記薄膜コイルに電流を供給するためのリードとしての機能を兼ねている

ことを特徴とする請求項17ないし請求項19のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項21】

10

前記放熱層は、めっき膜により構成されている

ことを特徴とする請求項1ないし請求項20のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項22】

前記磁極層は、前記媒体進行方向側と反対側に配設され、前記記録媒体対向面から後退した位置から後方に向かって延在する第1の磁極層部分と、前記媒体進行方向側に配設され、前記記録媒体対向面から後方に向かって延在する第2の磁極層部分と、が積層された構成を有している

ことを特徴とする請求項1ないし請求項21のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項23】

20

前記磁極層は、前記記録媒体をその表面と直交する方向に磁化させるための磁束を放出するように構成されている

ことを特徴とする請求項1または請求項22のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項24】

30

媒体進行方向に移動する記録媒体と、この記録媒体に磁気的処理を施す薄膜磁気ヘッドと、を搭載し、

この薄膜磁気ヘッドは、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルの前記媒体進行方向側と反対側において前記記録媒体に対向する記録媒体対向面から後方に向かって延在し、前記薄膜コイルにおいて発生した磁束を前記記録媒体に向けて放出する磁極層と、前記薄膜コイルの前記媒体進行方向側において前記記録媒体対向面から後方に向かって延在し、前記磁極層から放出された磁束の広がりを防止する記録シールド層と、前記薄膜コイルの前記媒体進行方向側と反対側に配設され、その薄膜コイルにおいて発生した熱を放熱する放熱層と、を備えた

ことを特徴とする磁気記録装置。

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、少なくとも記録用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドおよびその薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気記録装置に関する。 20

【背景技術】**【0002】**

近年、磁気記録媒体（例えばハードディスク）の面記録密度の向上に伴い、磁気記録装置（例えばハードディスクドライブ）に搭載される薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。この薄膜磁気ヘッドの記録方式としては、例えば、信号磁界の向きをハードディスクの面内方向（長手方向）にする長手記録方式や、信号磁界の向きをハードディスクの面と直交する方向にする垂直記録方式が知られている。現在のところは長手記録方式が広く利用されているが、ハードディスクの面記録密度の向上に伴う市場動向を考慮すれば、今後は長手記録方式に代わり垂直記録方式が有望視されるものと想定される。なぜなら、垂直記録方式では高い線記録密度を確保可能な上、記録済みのハードディスクが熱揺らぎの影響を受けにくいという利点が得られるからである。 30

【0003】

垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドは、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルのリーディング側においてエアベアリング面から後方に向かって延在し、薄膜コイルにおいて発生した磁束をハードディスクに向けて放出する磁極層と、薄膜コイルのトレーリング側においてエアベアリング面から後方に向かって延在し、磁極層から放出された磁束の広がりを防止するライトシールド層（記録シールド層）とを備えている。この薄膜磁気ヘッドでは、薄膜コイルに電流が流れると、その薄膜コイルにおいて記録用の磁束が発生する。そして、磁極層からハードディスクに向けて磁束が放出されると、その磁束に基づいて発生した記録用の磁界（垂直磁界）によりハードディスクが磁化されるため、そのハードディスクに磁気的に情報が記録される。この際、磁極層から放出された磁束のうちの広がり成分がライトシールド層に取り込まれるため、磁束の広がりが防止され、すなわち記録幅の拡大が防止される。 40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、薄膜磁気ヘッドの記録動作時には、上記したように、磁束を発生させるために薄膜コイルに電流が流れると、その薄膜コイルが発熱した結果、薄膜磁気ヘッド中の薄膜コイル近傍において蓄熱しやすくなる。この場合には、ライトシールド層において蓄 50

熱量が大きくなりすぎると、そのライトシールド層が熱エネルギーの影響を受けて熱膨張することによりエアベアリング面から大きく突出するため、回転中のハードディスクにライトシールド層が衝突して薄膜磁気ヘッドが破損した結果、ハードディスクドライブが故障しやすくなる。この観点から、薄膜磁気ヘッドの記録動作を安定に確保し、ハードディスクドライブの故障を防止するためには、ライトシールド層の突出量を減少させるために、そのライトシールド層近傍の蓄熱量を可能な限り減少させる必要がある。

【0005】

しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドでは、ライトシールド層の蓄熱対策が十分とは言えず、薄膜コイルの発熱量やライトシールド層の熱膨張率などの条件によってはライトシールド層が大きく突出して薄膜磁気ヘッドが破損し得るため、未だにハードディスクドライブが故障する可能性がある。特に、最近では、薄膜磁気ヘッドが取り付けられたヘッドスライダの浮上量、すなわち薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面とハードディスクの記録面との間の距離が約10nmまで低下しているため、そのハードディスクに対する薄膜磁気ヘッドの衝突を防止する上では、ライトシールド層の突出量を極力小さくする必要がある。

10

【0006】

なお、薄膜磁気ヘッド中の蓄熱量を減少させる技術としては、例えば、熱伝導性の放熱層を設け、この放熱層を利用して放熱することにより薄膜磁気ヘッド中の熱蓄積を抑制する技術が挙げられる。この技術を適用した薄膜磁気ヘッドとしては、例えば、薄膜コイルのトレーリング側、より具体的には磁極層の側方や上方に放熱層が配置されたものが具体的に知られている（例えば、特許文献1参照。）。しかしながら、この種の薄膜磁気ヘッドにおいても、上記したように、ヘッドスライダの浮上量が年々低下している動向を考慮すれば、薄膜磁気ヘッドの衝突を防止する上で、未だ改善の余地がある。

20

【特許文献1】特開2003-085707号公報

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、記録シールド層の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することが可能な薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0008】

また、本発明の第2の目的は、本発明の薄膜磁気ヘッドを搭載し、記録媒体に対する薄膜磁気ヘッドの衝突に起因した故障を防止することが可能な磁気記録装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、媒体進行方向に移動する記録媒体に磁気的処理を施すものであり、磁束を発生させる薄膜コイルと、この薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側において記録媒体に対向する記録媒体対向面から後方に向かって延在し、薄膜コイルにおいて発生した磁束を記録媒体に向けて放出する磁極層と、薄膜コイルの媒体進行方向側において記録媒体対向面から後方に向かって延在し、磁極層から放出された磁束の広がりを防止する記録シールド層と、薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側に配設され、その薄膜コイルにおいて発生した熱を放熱する放熱層とを備えたものである。

40

【0010】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、薄膜コイルの発熱に起因して熱が発生すると、その熱が薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側に配設された放熱層へ誘導されて放熱される。これにより、薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側に熱が優先的に誘導される結果、その薄膜コイルの媒体進行方向側に配設されている記録シールド層において蓄熱しにくくなるため、その記録シールド層が熱膨張しにくくなる。

【0011】

本発明に係る磁気記録装置は、媒体進行方向に移動する記録媒体と、この記録媒体に磁気的処理を施す薄膜磁気ヘッドとを搭載し、この薄膜磁気ヘッドが、磁束を発生させる薄

50

膜コイルと、この薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側において記録媒体に向かう記録媒体対向面から後方に向かって延在し、薄膜コイルにおいて発生した磁束を記録媒体に向けて放出する磁極層と、薄膜コイルの媒体進行方向側において記録媒体対向面から後方に向かって延在し、磁極層から放出された磁束の広がりを防止する記録シールド層と、薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側に配設され、その薄膜コイルにおいて発生した熱を放熱する放熱層とを備えたものである。

【0012】

本発明に係る磁気記録装置では、上記した本発明に係る薄膜磁気ヘッドを搭載しているため、その薄膜磁気ヘッド中において記録シールド層が熱膨張しにくくなる。

【発明の効果】

10

【0013】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドによれば、薄膜コイルの媒体進行方向側と反対側に放熱層が配設されている構造的特徴に基づき、その薄膜コイルの媒体進行方向側に配設されている記録シールド層が熱膨張しにくくなるため、その記録シールド層が記録媒体対向面から突出しにくくなる。したがって、記録シールド層の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することができる。

【0014】

また、本発明に係る磁気記録装置によれば、本発明の薄膜磁気ヘッドを備えるようにしたので、記録シールド層の突出に起因して薄膜磁気ヘッドが記録媒体に衝突しにくくなる。したがって、記録媒体に対する薄膜磁気ヘッドの衝突に起因した故障を防止することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

30

[第1の実施の形態]

まず、図1～図3を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。図1および図2は薄膜磁気ヘッドの断面構成を表しており、図1はエアベアリング面に垂直な断面(YZ面に沿った断面)を示し、図2はエアベアリング面に平行な断面(XZ面に沿った断面)を示している。また、図3は図1および図2に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表している。なお、図1および図2に示した上向きの矢印Dは、薄膜磁気ヘッドに対して磁気記録媒体(図示せず)が相対的に移動する方向(媒体進行方向)を示している。

【0017】

以下の説明では、図1～図3に示したX軸方向の寸法を「幅」、Y軸方向の寸法を「長さ」、Z軸方向の寸法を「厚さ」と表記する。また、Y軸方向のうちのエアベアリング面に近い側を「前方」、その反対側を「後方」と表記する。これらの表記内容は、後述する図4以降においても同様とする。

【0018】

40

この薄膜磁気ヘッドは、例えば、媒体進行方向Dに移動するハードディスクなどの磁気記録媒体(以下、単に「記録媒体」という。)に磁気的処理を施すために、ハードディスクドライブなどの磁気記録装置に搭載されるものである。具体的には、薄膜磁気ヘッドは、磁気的処理として記録処理および再生処理の双方を実行可能な複合型ヘッドであり、図1に示したように、例えばアルティック(A₁₂O₃・TiC)などのセラミック材料により構成された基板1上に、例えば酸化アルミニウム(A₁₂O₃;以下、単に「アルミナ」という。)などの非磁性絶縁材料により構成された絶縁層2と、磁気抵抗効果(MR; Magneto-resistive)を利用して再生処理を実行する再生ヘッド部100Aと、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成された分離層9(第2の分離層)と、放熱用の放熱層10を含む放熱部100Bと、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成された分離層12(第1の分離層)と、垂直記録方式の記録処理を実行する単磁極型の記録

50

ヘッド部 100C と、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されたオーバーコート層 19 とがこの順に積層された構成を有している。

【0019】

再生ヘッド部 100A は、例えば、絶縁層 4 により周囲を埋設された下部リードシールド層 3 と、シールドギャップ膜 5 と、絶縁層 7 により周囲を埋設された上部リードシールド層 6 (再生シールド層) とがこの順に積層された構成を有している。このシールドギャップ膜 5 には、記録媒体に対向する記録媒体対面 (エアベアリング面) 20 に一端面が露出するように、再生素子としての MR 素子 8 (磁気抵抗効果素子) が埋設されている。

【0020】

下部リードシールド層 3 および上部リードシールド層 6 は、いずれも MR 素子 8 を周囲から磁気的に分離するものであり、エアベアリング面 20 から後方に向かって延在している。これらの下部リードシールド層 3 および上部リードシールド層 6 は、例えば、いずれもニッケル鉄合金 (NiFe (例えば Ni : 80 重量%, Fe : 20 重量%); 以下、単に「パーマロイ (商品名)」という。) などの磁性材料により構成されており、それらの厚さは約 1.0 μm ~ 2.0 μm である。この上部リードシールド層 6 は、再生ヘッド部 100A のうちの MR 素子 8 と放熱部 100B のうちの放熱層 10 との間に配設されている。

【0021】

シールドギャップ膜 5 は、MR 素子 8 を周囲から電気的に分離するものであり、例えばアルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されている。

10

20

【0022】

MR 素子 8 は、例えば、巨大磁気抵抗効果 (GMR; Giant Magneto-resistive) またはトンネル磁気抵抗効果 (TMR; Tunneling Magneto-resistive) などの磁気抵抗効果を利用して磁気的処理 (再生処理) を実行するものであり、放熱部 100B のうちの放熱層 10 のリーディング側に配設されている。この「リーディング側」とは、図 1 および図 2 に示した媒体進行方向 D に向かって移動する記録媒体の移動状態を 1 つの流れと見た場合に、その流れの流入する側 (媒体進行方向 D 側と反対側) をいい、ここでは厚さ方向 (Z 軸方向) における下側をいう。これに対して、流れの流出する側 (媒体進行方向 D 側) は「トレーリング側」と呼ばれ、ここでは厚さ方向における上側をいう。

【0023】

30

放熱部 100B は、例えば、上記した放熱層 10 の周囲に分離層 11 (第 3 の分離層) が埋設された構成を有している。この分離層 11 は、例えば、アルミナなどの非磁性絶縁層材料により構成されており、放熱層 10 は、分離層 11 を介して周囲から磁気的に分離されている。なお、放熱層 10 の構成等に関する詳細については後述する。

【0024】

記録ヘッド部 100C は、例えば、絶縁層 14 により周囲を埋設された磁極層 13 と、磁気連結用の開口 (バックギャップ 15BG) が設けられたギャップ層 15 と、絶縁層 17 により埋設された薄膜コイル 16 と、ライトシールド層 18 (記録シールド層) とがこの順に積層された構成を有している。なお、図 3 では、図 1 および図 2 に示した薄膜磁気ヘッドの構成要素のうち、再生ヘッド部 100A のうちの上部リードシールド層 6、放熱部 100B のうちの放熱層 10、ならびに記録ヘッド部 100C のうちの磁極層 13、薄膜コイル 16 およびライトシールド層 18 のみを示している。

40

【0025】

50

磁極層 13 は、薄膜コイル 16 において発生した磁束を収容し、その磁束を記録媒体に向けて放出するものであり、例えば、パーマロイや鉄コバルト系合金などのめっき膜により構成されている。上記した「鉄コバルト系合金」としては、例えば、鉄コバルト合金 (FeCo) や鉄コバルトニッケル合金 (FeCoNi) などが挙げられる。この磁極層 13 は、薄膜コイル 16 のリーディング側においてエアベアリング面 20 から後方に向かって延在し、より具体的にはギャップ層 15 に設けられたバックギャップ 15BG に対応する位置まで延在している。この磁極層 13 は、例えば、図 3 に示したように、エアベアリ

ング面 20 から後方に向かって延在し、記録媒体の記録トラック幅を規定する一定幅 W1 (W1 = 約 0.15 μm) を有する先端部 13A と、この先端部 13A の後方に磁気的に連結され、先端部 13A の幅 W1 よりも大きな幅 W2 (W2 > W1) を有する後端部 13B とを含んで構成されている。磁極層 13 の幅が先端部 13A (幅 W1) から後端部 13B (幅 W2) へ拡がる位置は、薄膜磁気ヘッドの記録性能を決定する重要な因子のうちの 1つである「フレアポイント FP」である。なお、絶縁層 14 は、磁極層 13 を周囲から電気的に分離するものであり、例えば、アルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されている。

【0026】

ギャップ層 15 は、磁極層 13 とライトシールド層 18 とを磁気的に分離するためのギャップを構成するものである。このギャップ層 15 は、例えば、アルミナなどの非磁性絶縁材料により構成されており、その厚さは約 0.2 μm 以下である。10

【0027】

薄膜コイル 16 は、記録用の磁束を発生させるものであり、例えば、銅 (Cu) などの導電性材料により構成されている。この薄膜コイル 16 は、例えば、図 3 に示したように、バックギャップ 15BG 近傍に位置する一端部を中心としてスパイラル状に巻回する巻線構造を有しており、その巻線幅および巻線間隔は前方において狭く、かつ後方において広くなっている。この薄膜コイル 16 の一端部、すなわち内側の端部には通電端子 16TA が設けられており、他端部、すなわち外側の端部には通電端子 16TB が設けられている。なお、図 1 および図 3 では、薄膜コイル 16 を構成する複数の巻線のうちの一部のみを示している。20

【0028】

絶縁層 17 は、薄膜コイル 16 を覆って周囲から電気的に分離するものであり、バックギャップ 15BG を塞がないようにギャップ層 15 上に配設されている。この絶縁層 17 は、例えば、加熱されることにより流動性を示すフォトレジスト (感光性樹脂) やスピンドルグラス (SOG) などにより構成されており、その端縁近傍部分は丸みを帯びた斜面を有している。この絶縁層 17 の前端の位置は、薄膜磁気ヘッドの記録性能を決定する重要な因子のうちの 1つである「スロートハイゼロ位置 TP」である。このスロートハイゼロ位置 TP とエアペアリング面 20 との間の距離は「スロートハイト TH」であり、このスロートハイト TH は約 0.3 μm 以下である。なお、図 1 および図 3 では、例えば、スロートハイゼロ位置 TP がフレアポイント FP に一致している。30

【0029】

ライトシールド層 18 は、磁極層 13 から放出された磁束の広がり成分を取り込み、その磁束の広がりを防止するものである。このライトシールド層 18 は、薄膜コイル 16 のトレーリング側においてエアペアリング面 20 から後方に向かって延在し、より具体的にはエアペアリング面 20 に近い側においてギャップ層 15 により磁極層 13 から隔てられると共にエアペアリング面 20 から遠い側においてバックギャップ 15BG を通じて磁極層 13 に隣接して磁気的に連結されるように延在している。特に、ライトシールド層 18 は、例えば、互いに別体をなす 2つの構成要素、すなわち主要な磁束の取り込み口として機能する TH 規定層 181 と、この TH 規定層 181 から取り込まれた磁束の流路として機能するヨーク層 182 とを含んで構成されている。40

【0030】

TH 規定層 181 は、ギャップ層 15 に隣接し、エアペアリング面 20 からこのエアペアリング面 20 とバックギャップ 15BG との間の位置、より具体的にはエアペアリング面 20 と薄膜コイル 16 との間の位置まで延在している。この TH 規定層 181 は、例えば、パーマロイや鉄コバルト系合金などの磁性材料により構成されており、例えば、図 3 に示したように、磁極層 13 の幅 W2 よりも大きな幅 W3 (W3 > W2) を有する矩形状の平面形状を有している。この TH 規定層 181 には薄膜コイル 16 を埋設している絶縁層 17 が隣接しており、すなわち TH 規定層 181 は絶縁層 17 の最前端位置 (スロートハイゼロ位置 TP) を規定し、より具体的にはスロートハイト TH を規定する役割を担50

っている。

【0031】

ヨーク層182は、絶縁層17を覆うようにエアベアリング面20からバックギャップ15BGに対応する位置まで延在しており、前方においてTH規定層181に乗り上げて磁気的に連結されていると共に後方においてバックギャップ15BGを通じて磁極層13に隣接して磁気的に連結されている。このヨーク層182は、例えば、TH規定層181と同様の磁性材料により構成されており、図3に示したように、TH規定層181と同様に幅W3を有する矩形状の平面形状を有している。

【0032】

ここで、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの特徴部分である放熱部100Bに関して 10 詳細に説明する。

【0033】

放熱部100Bの主要部分である放熱層10は、記録ヘッド部100Cの薄膜コイル16において発生した熱を放熱するものであり、薄膜コイル16のリーディング側、より具体的には磁極層13のリーディング側に配設されている。この放熱層10は、例えば、非磁性材料、好ましくはライトシールド層18よりも熱伝導性が高く、かつ熱膨張性が低い材料、より好ましくはさらに磁極層13よりも熱伝導性が高く、かつ熱膨張性が低い材料により構成されている。具体的には、放熱層10は、例えば、銅(Cu)、金(Au)、銀(Ag)、白金(Pt)、パラジウム(Pt)、クロム(Cr)、亜鉛(Zn)、錫(Sn)およびタンクスステン(W)を含む群のうちのいずれかを含んで構成されており、一例を挙げれば、上記した一連の材料群の中でも熱伝導性に優れた銅により構成されている。この放熱層10は、例えば、上部シールド層6との間に配設された分離層9を介してその上部リードシールド層6から電気的に分離されていると共に、磁極層13との間に配設された分離層12を介してその磁極層13から電気的に分離されている。

20

【0034】

特に、放熱層10は、例えば、図3に示したように、薄膜コイル16の配設領域に対応する領域に配設されており、その放熱層10の平面形状の輪郭は、薄膜コイル16の平面形状の輪郭よりも大きくなっている。この「放熱層10の輪郭が薄膜コイル16の輪郭よりも大きい」とは、薄膜コイル16の配設領域を含み、かつその薄膜コイル16の配設領域よりも広い範囲に渡って延在するように放熱層10が配設されていることを意味している。この放熱層10は、例えば、エアベアリング面20に露出しておらず、そのエアベアリング面20から後退した位置(始端位置P1)から後方の位置(終端位置P2)まで延在しており、その延在方向において複数に分割された分割構造を有して断続的に延在している。具体的には、放熱層10は、例えば、互いに別体をなす2つの構成要素、すなわち始端位置P1からその始端位置P1と終端位置P2との間の位置(途中位置P3; 第1の途中位置)まで延在する前方部10A(第1の放熱層部分)と、その途中位置P3よりも後退した位置(途中位置P4; 第2の途中位置)から終端位置P2まで延在し、前方部10Aから分離された後方部10B(第2の放熱層部分)とを含んで構成されている。これらの前方部10Aおよび後方部10Bは、例えば、いずれも幅W3よりも大きな幅W4(W4>W3)を有する矩形状の平面形状を有している。なお、前方部10Aと後方部10Bとの間の間隔は、自由に設定可能である。この放熱層10の配設領域に基づき、再生ヘッド部100Aのうちの上部リードシールド層6は、放熱層10の配設領域に対応する領域に配設されており、その上部リードシールド層6の平面形状の輪郭は、放熱層10の平面形状の輪郭よりも大きくなっている。この上部リードシールド層6は、例えば、幅W4よりも大きな幅W5(W5>W4)を有する矩形状の平面形状を有している。この「上部リードシールド6の輪郭が放熱層10の輪郭よりも大きい」とは、放熱層10の配設領域を含み、かつその放熱層10の配設領域よりも広い範囲に渡って延在するように上部リードシールド層6が配設されていることを意味している。なお、放熱層10を構成する前方部10Aおよび後方部10Bは、例えば、必ずしも互いに同一の材料により構成されなければならないわけではなく、互いに異なる材料により構成されていてもよい。前方部 40

30

40

50

10 A および後方部 10 B を互いに異なる材料で構成する場合には、例えば、より熱膨張性が低い材料により前方部 10 A を構成すると共に、より熱伝導性が高い材料により後方部 10 B を構成するのが好ましい。確認までに、上記したように放熱層 10 が前方部 10 A および後方部 10 B を含んで構成されている場合には、分離層 11 は放熱層 10 の周囲のみならず、前方部 10 A と後方部 10 B との間にも埋設されている。

【0035】

次に、図 1～図 3 を参照して、薄膜磁気ヘッドの動作について説明する。

【0036】

この薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録時において、図示しない外部回路から通電端子 16 TA, 16 TB を通じて記録ヘッド部 100 C の薄膜コイル 16 に電流が流れると、その薄膜コイル 16 において磁束が発生する。このとき発生した磁束は、磁極層 13 に収容されたのち、その磁極層 13 内を後端部 13 B から先端部 13 A へ流れる。この際、磁極層 13 内を流れる磁束は、その磁極層 13 の幅の減少に伴い、フレアポイント F P において絞り込まれて集束するため、先端部 13 A のうちのトレーリング側の端縁（トレーリングエッジ）T E (図 2 参照) 近傍に集中する。このトレーリングエッジ T E 近傍に集中した磁束が先端部 13 A から外部に放出されると、記録媒体の表面と直交する方向に記録磁界が発生し、この記録磁界により記録媒体が垂直方向に磁化されるため、その記録媒体に磁気的に情報が記録される。なお、情報の記録時には、先端部 13 A から放出された磁束の広がり成分がライトシールド層 18 に取り込まれるため、その磁束の広がりが防止される。このライトシールド層 18 に取り込まれた磁束は、バックギャップ 15 BG を通じて磁極層 13 に環流される。

10

20

【0037】

一方、情報の再生時においては、再生ヘッド部 100 A の MR 素子 8 にセンス電流が流れると、記録媒体からの再生用の信号磁界に応じて MR 素子 8 の抵抗値が変化する。そして、この抵抗変化がセンス電流の変化として検出されるため、記録媒体に記録されている情報が磁気的に読み出される。

【0038】

特に、この薄膜磁気ヘッドでは、情報の記録時に薄膜コイル 16 に電流が流れ、その薄膜コイル 16 が発熱すると、このとき発生した熱が、薄膜コイル 16 のリーディング側に配設された放熱層 10 (前方部 10 A, 後方部 10 B) に優先的に誘導される。この放熱層 10 に誘導された熱は、さらに、上部リードシールド層 6、下部リードシールド層 3 および絶縁層 2 を経由して基板 1 まで誘導されることによって放熱される。

30

【0039】

次に、図 1～図 8 を参照して、図 1～図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。図 4～図 8 は薄膜磁気ヘッドの製造工程を説明するためのものであり、いずれも図 1 に対応する断面構成を示している。

【0040】

以下では、まず、図 1 を参照して薄膜磁気ヘッド全体の製造工程の概略について説明したのち、図 1～図 8 を参照して薄膜磁気ヘッドの主要部 (放熱部 100 B, 記録ヘッド部 100 C) の形成工程について詳細に説明する。なお、薄膜磁気ヘッドの一連の構成要素の材質、寸法および構造的特徴等に関して既に詳述した事項については、その説明を隨時省略するものとする。

40

【0041】

この薄膜磁気ヘッドは、主に、めっき処理やスパッタリングなどの成膜技術、フォトリソグラフィ処理などのパターニング技術、ならびにドライエッチングなどのエッチング技術等を含む既存の薄膜プロセスを使用して、各構成要素を順次形成して積層させることにより製造される。すなわち、図 1 に示したように、まず、基板 1 上に絶縁層 2 を形成したのち、この絶縁層 2 上に、絶縁層 4 により周囲を埋設された下部リードシールド層 3 と、MR 素子 8 を埋設したシールドギャップ膜 5 と、絶縁層 7 により周囲を埋設された上部リードシールド層 6 とをこの順に積層させることにより、再生ヘッド部 100 A を形成する

50

。 続いて、再生ヘッド部 100A 上に分離層 9 を形成したのち、この分離層 9 上に、分離層 11 により周囲を埋設された放熱層 10 を形成することにより、放熱部 100B を形成する。 続いて、放熱部 100B 上に分離層 12 を形成したのち、この分離層 12 上に、絶縁層 14 により周囲を埋設された磁極層 13 と、バックギャップ 15BG が設けられたギャップ層 15 と、薄膜コイル 16 を埋設した絶縁層 17 と、ライトシールド層 18 (TH 規定層 181, ヨーク層 182) とをこの順に積層させることにより、記録ヘッド部 100C を形成する。 最後に、記録ヘッド部 100C 上にオーバーコート層 19 を形成したのち、機械加工や研磨加工を利用してエアペアリング面 20 を形成することにより、薄膜磁気ヘッドが完成する。

(0042)

薄膜磁気ヘッドの主要部を形成する際には、分離層9を形成したのち、まず、図4に示したように、例えめっき処理を使用して、放熱層10をパターン形成する。この放熱層10の形成手順は、例えば、以下の通りである。すなわち、まず、分離層9上にめっき処理用のシード層(図示せず)を形成したのち、そのシード層上にフォトレジストを塗布してフォトレジスト膜(図示せず)を形成する。続いて、フォトリソグラフィ処理を使用してフォトレジスト膜をパターニングすることにより、放熱層10を形成するためのフォトレジストパターンを形成する。続いて、シード層と共にフォトレジストパターンを使用してめっき膜を成長させることにより、そのめっき膜からなる放熱層10を形成する。この放熱層10を形成する際には、例えば、図3に示したように、最終的にエアベアリング面20から後退するように位置合わせすると共に、エアベアリング面20に近い側から順に前方部10Aとこの前方部10Aから分離された後方部10Bとを含む分割構造を有するようとする。

[0043]

統いて、図5に示したように、例えばスパッタリングを使用して、放熱層10およびその周辺を覆うように前駆分離層11Zを形成する。この前駆分離層11Zは、後工程において研磨処理を施されることにより分離層11となる前準備層である。この前駆分離層11Zを形成する際には、例えば、その最下面M1が放熱層10の最上面M2よりも高くなるように厚さを調整する。

[0 0 4 4]

続いて、例えばCMP(Chemical Mechanical Polishing)を使用して、少なくとも放熱層10が露出するまで前駆分離層11Zを研磨することにより、図6に示したように、放熱層10の周囲を埋設するように分離層11を形成する。これにより、放熱部100Bが完成する。

[0045]

続いて、図7に示したように、例えばスパッタリングを使用して、放熱部100B上に分離層12を形成したのち、例えばめっき処理を使用して、分離層12上に磁極層13をパターン形成する。この磁極層13を形成する際には、例えば、図3に示したように、最終的にエアベアリング面20に露出するように位置合わせすると共に、エアベアリング面20に近い側から順に狭幅の先端部13Aと広幅の後端部13Bとを含むようとする。こののち、上記した分離層11を形成した場合と同様の手法を使用して、磁極層13の周囲を埋設するように絶縁層14を形成する。

【0046】

続いて、例えばスパッタリングを使用して、磁極層13および絶縁層14上にギャップ層15を形成する。このギャップ層15を形成する際には、バックギャップ15BGを覆わないようにする。

100471

続いて、ギャップ層15上のうち、後工程において薄膜コイル16が形成されることとなる領域よりも前方の領域に、例えめっき処理を使用して、TH規定層181をパターン形成する。このTH規定層181を形成する際には、その後端位置に基づいてスロートハイドTHが決定される点を考慮して形成位置を調整する。

【0048】

続いて、例えめっき処理を使用して、TH規定層181とバックギャップ15BGとの間のギャップ層15上に、薄膜コイル16をパターン形成する。この薄膜コイル16を形成する際には、例えば、図3に示したように、通電端子16TAが設けられた一端部を中心としてスパイラル状に巻回する巻回構造を有するようとする。

【0049】

続いて、例えフォトリソグラフィ処理を使用して、薄膜コイル13の各巻線間およびその周辺を覆うと共に、その前方部分がTH規定層181に隣接するようにフォトレジスト膜(図示せず)をパターン形成したのち、そのフォトレジスト膜を焼成することにより、図8に示したように、絶縁層17をパターン形成する。この焼成によりフォトレジスト膜が流動するため、前方部分がTH規定層181に隣接したまま、後方部分が丸みを帯びて傾斜するように絶縁層17が形成される。なお、必ずしもTH規定層181を形成したのちに薄膜コイル16を形成する必要はなく、例えば、薄膜コイル16を形成したのちにTH規定層181を形成するようにしてもよい。

10

【0050】

最後に、例えめっき処理を使用して、絶縁層17およびその周辺を覆うようにヨーク部182をパターン形成する。このヨーク部182を形成する際には、前方においてTH規定層181に乗り上げて磁気的に連結されると共に、後方においてバックギャップ15BGを通じて磁極層13に隣接して磁気的に連結されるようとする。これにより、TH規定層181およびヨーク層182を含むライトシールド層18が形成され、記録ヘッド部100Cが完成する。

20

【0051】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、薄膜コイル16において発生した熱を放熱するための放熱層10を、その薄膜コイル16のリーディング側に設けるようにしたので、以下の理由により、ライトシールド層18の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することができる。

【0052】

図9および図10は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッド(図1参照)に対する比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成を表しており、図9は第1の比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成を示し、図10は第2の比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成を示している。図9に示した第1の比較例の薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッド部100Aと記録ヘッド部100Cとの間に放熱部100B(放熱層10)が設けられておらず、その放熱部100Bに対応する箇所が厚めの分離層11により埋設されている点を除き、本実施の形態の薄膜磁気ヘッドと同様の構成を有している。また、図10に示した第2の比較例の薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッド部100Aと記録ヘッド部100Cとの間、すなわち薄膜コイル16のリーディング側に代えて、オーバーコート層19中、すなわち薄膜コイル16のトレーリング側に放熱部100B(放熱層10)が設けられていると共に、上記した第1の比較例と同様に厚めの分離層11を備えている点を除き、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドと同様の構成を有している。

30

【0053】

図9に示した第1の比較例の薄膜磁気ヘッドでは、放熱層10を根本的に備えていないため、情報の記録時に薄膜コイル16が発熱すると、その熱が放熱されにくくなり、すなわち薄膜コイル16近傍において蓄熱しやすくなる。具体的には、低熱伝導性で厚めのアルミナにより構成された分離層11が記録ヘッド部100Cのリーディング側に隣接していると共に、同様に低熱伝導性で厚めのアルミナにより構成されたオーバーコート層19が記録ヘッド部100Cのトレーリング側に隣接しており、すなわちこれらの分離層11とオーバーコート層18との間に記録ヘッド部100Cが挟まれているため、記録ヘッド部100Cとその周囲(分離層11やオーバーコート層19)との間の熱勾配が小さくなり、すなわち記録ヘッド部100Cから分離層11やオーバーコート層19へ熱が逃げにくくなる結果、高熱伝導性のライトシールド層18において蓄熱しやすくなる。これによ

40

50

り、第1の比較例では、ライトシールド層18の蓄熱量が大きくなりすぎると、その熱エネルギーの影響を受けてライトシールド層18が熱膨張することによりエアペアリング面20から大きく突出するため、そのライトシールド層18が回転中の記録媒体に衝突し、記録動作が阻害される可能性が高くなる。

【0054】

一方、図10に示した第2の比較例の薄膜磁気ヘッドでは、低熱伝導性で厚めのアルミナにより構成された分離層11が記録ヘッド部100°Cのリーディング側に隣接している一方で、高熱伝導性の放熱層10がオーバーコート層19中、すなわち記録ヘッド部100°Cのトレーリング側に設けられているため、情報の記録時に薄膜コイル16が発熱しても、その熱は放熱層10を経由して放熱される。しかしながら、この場合には、薄膜コイル16のトレーリング側に放熱層10が配設されている構造的要因に起因して、放熱層10を経由して熱が放熱される過程において、その熱が薄膜コイル16のトレーリング側、すなわちライトシールド層18の配設位置側に優先的に誘導されるため、薄膜コイル16の発熱量によってはライトシールド層18において依然として蓄熱し得る。これにより、第2の比較例では、上記した第1の比較例と同様に、ライトシールド層18の蓄熱量が大きくなりすぎると、そのライトシールド層18の突出量が大きくなるため、記録媒体に対するライトシールド層18の衝突に起因して記録動作が阻害され得る。

【0055】

これに対して、図1に示した本実施の形態の薄膜磁気ヘッドでは、低熱伝導性で厚めのアルミナにより構成されたオーバーコート層19が記録ヘッド部100°Cのトレーリング側に隣接している一方で、高熱伝導性の放熱層10が記録ヘッド部100°Cのリーディング側に設けられているため、当然ながら、放熱層10を備えていない第1の比較例とは異なり、放熱層10を備えた第2の比較例と同様に、薄膜コイル16が発熱したとしても、その熱は放熱層10を経由して放熱される。しかも、本実施の形態では、「薄膜磁気ヘッドの動作」として上記したように、情報の記録時に薄膜コイル16が発熱すると、その熱が薄膜コイル16のトレーリング側、すなわちライトシールド層18の配設位置側に優先的に誘導されず、リーディング側、すなわちライトシールド層18の配設位置側と反対側に優先的に誘導されて放熱されるため、薄膜コイル16のトレーリング側に放熱層10が設けられている構造的要因に起因して、その薄膜コイル16において発生した熱がライトシールド層18の配設位置側に誘導されて放熱される第2の比較例と比較して、ライトシールド層18において蓄熱しにくくなり、そのライトシールド層18が熱膨張しにくくなる。したがって、本実施の形態では、ライトシールド層18の突出量を減少させることができるために、そのライトシールド層18が記録媒体に衝突することを防止し、記録動作を安定に確保することができる。

【0056】

特に、本実施の形態では、薄膜コイル16のリーディング側に放熱層10を設けたため、上記したライトシールド層18の蓄熱状況に関連した理由の他、以下の理由によっても、記録動作の安定確保に寄与することができる。

【0057】

すなわち、薄膜コイル16のリーディング側に放熱層10が設けられている本実施の形態の薄膜磁気ヘッドでは、上記したように、第2の比較例（図10参照）と比較してライトシールド層18が蓄熱しにくくなるものの、薄膜コイル16の発熱量によってはライトシールド層18の蓄熱量が大きくなりすぎる可能性があるため、場合によっては第2の比較例と同様に依然としてライトシールド層18の突出量が増大し得るとも考えられる。しかしながら、この点に関して、本実施の形態では、薄膜コイル16のリーディング側に放熱層10が配設されている構造的特徴に基づき、その放熱層10に誘導された熱が、さらに、高熱伝導性の上部リードシールド層6および下部リードシールド層3を経由して基板1まで誘導されるため、最終的に放熱層10だけでなく基板1まで放熱経路として利用することができる。この基板1は、金属と比較すると熱伝導性に劣るもの、アルミナと比較すると熱伝導性に優れているアルティックにより構成されており、単純に材料特性

10

20

30

40

50

から言えば、高熱伝導性の放熱層10ほど優れた放熱特性を有していないものの、薄い膜状の放熱層10とは異なり、その放熱層10よりも極めて厚いバルク状構造を有しているため、熱伝導量の絶対値から言えば、放熱層10よりも極めて優れた放熱特性を有するものである。したがって、本実施の形態では、放熱層10と共に基板1まで放熱経路として利用することにより放熱効率が著しく向上し、ライトシールド層18の突出量を極めて減少させることができるとなるため、この観点においても記録動作の安定確保に寄与することができる。

【0058】

また、本実施の形態では、放熱層10を設けたことにより、その放熱層10の放熱作用を利用してライトシールド層18だけでなく磁極層13の蓄熱量も減少するため、その磁極層13の突出量も減少する。10 したがって、磁極層13が記録媒体に衝突することも防止することが可能になるため、この観点においても記録動作の安定確保に寄与することができる。

【0059】

この場合には、特に、磁極層13に対して分離層12を介して放熱層10が近接配置されているため、放熱層10が磁極層13から遠く離れて配置されている第2の比較例（図10参照）と比較して、磁極層13の突出量をより減少させることができる。その理由は、以下の通りである。すなわち、磁極層13では、磁束の集中に起因して狭幅の先端部13Aにおいて局所的に蓄熱しやすいため、磁極層13の突出量を減少させる上では、可能な限り磁極層13の近くに放熱層10を配設し、その放熱層10を利用して先端部13Aの蓄熱量を減少させることが重要である。この点を考慮すれば、本実施の形態では第2の比較例よりも放熱層10が磁極層13に対してより近い位置に配置されているため、放熱層10を利用してより効果的に先端部13Aの蓄熱量を減少させることができるとなる。20 したがって、本実施の形態では、磁極層13の突出量をより減少させることができる。

【0060】

また、本実施の形態では、ライトシールド層18よりも熱伝導性が高い材料により放熱層10を構成したので、薄膜コイル16が発熱した際に、その熱がライトシールド層18よりも放熱層10へ優先的に伝導する。30 したがって、ライトシールド層18の蓄熱をより抑制することが可能となるため、そのライトシールド層18の突出量をより減少させることができる。この点に関連しては、さらに、本実施の形態では、磁極層13よりも熱伝導性が高い材料により放熱層10を構成したので、ライトシールド層18に関して上記した作用と同様の作用により、その磁極層13の突出量をより減少させることができる。

【0061】

この場合には、特に、ライトシールド層18よりも熱膨張性が低い材料により放熱層10を構成したため、そのライトシールド層18に放熱層10を併設した場合における放熱層10の熱膨張量と、放熱層10を併設しない場合におけるライトシールド層18の熱膨張量とを比較すると、放熱層10を併設した場合における放熱層10の熱膨張量は、放熱層10を併設しない場合におけるライトシールド層18の膨張量よりも減少する。40 したがって、本実施の形態では、放熱層10を併設したことに起因して、ライトシールド層18の代わりに放熱層10において蓄熱したとしても、その蓄熱に起因する放熱層10の突出量を可能な限り減少させることができる。この点に関連しては、さらに、本実施の形態では、磁極層13よりも熱膨張率が低い材料により放熱層10を構成したため、ライトシールド層18に関して上記した作用と同様の作用により、磁極層13に放熱層10を併設した場合におけるその放熱層10の突出量を可能な限り減少させることができる。

【0062】

また、本実施の形態では、非磁性材料により放熱層10を構成したので、この放熱層10が記録ヘッド部100Cと再生ヘッド部100Aとの間を磁気的に分離する機能を果たす。50 したがって、情報の記録時に記録ヘッド部100C（磁極層13やライトシールド層18）の内部を流れている磁束が意図せずに放熱層10を経由して再生ヘッド部100A

(上部リードシールド層 6 や下部リードシールド層 3) に漏れることが防止されるため、この観点においても記録動作の安定確保に寄与することができる。

【0063】

また、本実施の形態では、薄膜コイル 16 の配設領域に対応する領域に放熱層 10 を設け、その放熱層 10 の平面形状の輪郭が薄膜コイル 16 の平面形状の輪郭よりも大きくなるようにしたので、放熱層 10 が薄膜コイル 16 の全体に対して対向し、その薄膜コイル 16 のうちの全ての箇所において放熱層 10 へ至る熱の伝導経路が確保される。したがって、放熱層 10 の平面形状の輪郭が薄膜コイル 16 の平面形状の輪郭よりも小さい場合とは異なり、薄膜コイル 16 において発生した熱の大部分が放熱層 10 に円滑に伝導し、その熱が磁極層 13 やライトシールド層 18 において蓄熱しにくくなるため、この観点においても磁極層 13 やライトシールド層 18 の蓄熱量減少に寄与することができる。10

【0064】

また、本実施の形態では、放熱層 10 の配設領域に対応する領域に上部リードシールド層 6 を設け、その上部リードシールド層 6 の平面形状の輪郭が放熱層 10 の平面形状の輪郭よりも大きくなるようにしたので、薄膜コイル 16 から放熱層 10 へ伝導した熱を基板 1 まで導くための誘導経路として機能する上部リードシールド層 6 が放熱層 10 の全体に対して対向し、その放熱層 10 のうちの全ての箇所において上部リードシールド層 6 へ至る熱の誘導経路が確保される。したがって、上部リードシールド層 6 の平面形状の輪郭が放熱層 10 の平面形状の輪郭よりも小さい場合とは異なり、放熱層 10 に伝導された熱の大部分が上部リードシールド層 6 に円滑に伝導し、その熱が放熱層 10 において蓄熱しにくくなるため、この観点においても放熱層 10 の蓄熱量減少に寄与することができる。20

【0065】

また、本実施の形態では、放熱層 10 がエアペアリング面 20 から後退するようにしたので、薄膜コイル 16 の発熱の影響を受けて放熱層 10 自体が熱膨張した際に、その放熱層 10 がエアペアリング面 20 から突出することを防止することができる。

【0066】

また、本実施の形態では、延在方向において複数に分割された分割構造を有し、具体的には前方部 10A および後方部 10B を含むように放熱層 10 を構成したので、延在方向において 1 つの連続構造を有するように放熱層 10 を構成した場合と比較して、放熱層 10 自体が熱膨張した際に、その放熱層 10 の前方（エアペアリング面 20 へ近づく方向）への熱膨張量が小さくなる。したがって、放熱層 10 の熱膨張に起因する突出量を可能な限り減少させることができる。30

【0067】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、分離層 11 により放熱層 10 の周囲が埋設された構成を有する放熱部 100B を備えた薄膜磁気ヘッドを継続的に再現性よく製造するために、パターニング処理、成膜処理および研磨処理などの既存の製造プロセスしか使用せず、新規かつ煩雑な製造プロセスをしない。したがって、ライトシールド層 18 の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することができる薄膜磁気ヘッドを安定かつ容易に製造することができる。

【0068】

なお、上記実施の形態では、放熱層 10（前方部 10A、後方部 10B）の周囲を埋設する分離層 11 全体をアルミナなどの硬い材料により構成したが、必ずしもこれに限られるものではなく、その分離層 11 のうちの一部をフォトレジストなどの弾性を有する軟らかい材料により構成してもよい。具体的には、例えば、図 11 に示したように、分離層 11 のうちの前方部 10A よりも後方の部分（分離層 11B）をフォトレジストにより構成し、その後方部分以外の部分、すなわちエアペアリング面 20 に露出した部分（分離層 11A）のみを硬いアルミナにより構成してもよい。この場合には、分離層 11 全体が硬いアルミナなどにより構成されていることに起因して、放熱層 10 の長さ方向（Y 軸方向）における端部、すなわち前方部 10A の前端および後端、ならびに後方部 10B の前端および後端の全てが実質的に固定端となるおそれがある上記実施の形態とは異なり、硬いア40

ルミナにより構成された分離層 11A の非変形作用を利用して前方部 10A の前端のみが実質的に固定端となるのに対して、軟らかいフォトレジストにより構成された分離層 11B の弾性変形作用を利用して前方部 10A の後端、ならびに後方部 10B の前端および後端が実質的に自由端となる。これにより、例えば、薄膜コイル 16 の発熱に起因して放熱層 10 が熱膨張したとしても、その熱膨張応力は前方（エアベアリング面 20 に近づく方向）へ伝わらずに後方（エアベアリング面 20 から遠ざかる方向）へ伝わり、フォトレジストの収縮変形作用を利用して薄膜磁気ヘッド中において相殺される。したがって、放熱層 10 の熱膨張現象に起因して分離層 11 が突出しにくくなるため、薄膜磁気ヘッド全体としての突出量をより効果的に減少させることができる。なお、図 11 に示した薄膜磁気ヘッドの構成に関する上記以外の特徴は、図 1 に示した場合と同様である。

10

【0069】

参考までに、図 11 では、分離層 11 のうちの前方部 10A よりも後方の部分（分離層 11B）をフォトレジストにより構成し、その後方部分以外の部分（分離層 11A）をアルミナにより構成するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、上記したように、アルミナの非変形作用およびフォトレジストの弾性変形作用の双方を利用して分離層 11 の突出を抑制することが可能な限り、その分離層 11 の構成は自由に変更可能である。図示はしないが、図 11 に示した以外の分離層 11 の構成としては、例えば、分離層 11 のうちのエアベアリング面 20 に露出した一部分、すなわち上記した分離層 11A のうちのエアベアリング面 20 に露出した前方の一部分をアルミナにより構成し、その一部分以外の部分、すなわち上記した分離層 11A の後方の一部分および分離層 11B の双方をフォトレジストにより構成してもよい。このフォトレジストは、放熱層 10（前方部 10A、後方部 10B）の周囲に埋設されることとなる。この場合においても、図 11 に示した場合と同様の効果を得ることができる。

20

【0070】

また、上記実施の形態では、図 1 に示したように、放熱層 10 およびその周辺構造の構成に関して一例を挙げて説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、薄膜コイル 16 の発熱量、薄膜磁気ヘッド中の蓄熱量、または磁極層 13 やライトシールド層 18 の突出量等の条件に応じて、放熱層 10 およびその周辺構造の構成は自由に変形可能である。以下では、図 1 に対応する図 12～図 16 を参照して、放熱層 10 およびその周辺構造の構成に関するいくつかの変形例を説明する。これらの図 12～図 16 に示したいずれの場合においても、上記実施の形態とほぼ同様の効果を得ることができる。なお、図 12～図 16 に示した一連の薄膜磁気ヘッドの構成に関する下記以外の特徴は、図 1 に示した場合と同様である。

30

【0071】

具体的には、第 1 に、上記実施の形態では、放熱層 10 として前方部 10A および後方部 10B の双方を設けるようにしたが、例えば、図 12 に示したように、放熱層 10 として前方部 10A のみを設けるようにしてもよいし、あるいは図 13 に示したように、放熱層 10 として後方部 10B のみを設けるようにしてもよい。前方部 10A のみを設けた場合（図 12 参照）には、特に、図 3 に示したように、薄膜コイル 16 の巻線幅および巻線間隔が後方よりも前方において狭くなっている、すなわち各巻線が近接している構造的原因に起因して、その薄膜コイル 16 の発熱量が後方部分よりも前方部分において大きくなるため、その発熱量が大きくなる箇所、すなわち薄膜コイル 16 の前方部分に対応する領域にのみ放熱層 10（前方部 10A）を設けることにより、後方部 10B のみを設ける場合と比較して、薄膜磁気ヘッド 16 近傍の蓄熱現象を選択的かつ効果的に防止することができる。また、後方部 10B のみを設けた場合（図 13 参照）には、特に、上記したように、薄膜コイル 16 の後方部分よりも前方部分において発熱量が大きくなるため、その発熱量が大きくなりすぎない箇所、すなわち薄膜コイル 16 の後方部分に対応する領域にのみ放熱層 10（後方部 10B）を設けることにより、前方部 10A のみを設ける場合と比較して、放熱層 10 自体の熱膨張現象に起因して薄膜磁気ヘッド全体としての突出量が増大することを防止することができる。

40

50

【0072】

また、第2に、上記実施の形態では、上部リードシールド層6が1つの連続構造を有するようにしたが、例えば、上部リードシールド層6が放熱層10（前方部10A、後方部10B）と同様に分割構造を有するようにし、具体的には、図14に示したように、前方部10Aに対応して配置された前方部6A（第1の再生シールド層部分）と、後方部10Bに対応して配置され、前方部6Aから分離された後方部6B（第2の再生シールド層部分）とを含むように上部リードシールド層6を構成してもよい。これらの前方部6Aと後方部6Bとの間には、絶縁層7が埋設されている。この場合には、特に、放熱層10から上部リードシールド層6を経由して基板1まで熱を誘導する際に、薄膜コイル16の前方部分において発生した熱が前方部10A、6Aを経由して基板1まで誘導されると共に、後方部分において発生した熱が後方部10B、6Bを経由して基板1まで誘導され、すなわち薄膜コイル16の前方部分および後方部分のそれぞれにおいて発生した熱が互いに別個の経路を経由して基板1まで誘導される。したがって、例えば、薄膜コイル16の前方部分においてより発熱量が大きくなる点を考慮して、後方部10B、6Bよりも高熱伝導性の材料により前方部10A、6Aを構成すれば、薄膜コイル16において発生した熱をより効率よく放熱することができる。

10

【0073】

また、第3に、上記実施の形態では、放熱層10と上部リードシールド層6との間に分離層9を設け、この分離層9を介して放熱層10を上部リードシールド層6から電気的に分離するようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図15に示したように、分離層9を設けずに、放熱層10が上部リードシールド層6に隣接するようにしてもよい。この場合には、低熱伝導性のアルミナにより構成された分離層9が放熱層10と上部リードシールド層6との間に設けられておらず、放熱層10が上部リードシールド層6に接触しているため、分離層9が設けられていた上記実施の形態の場合と比較して、放熱層10から上部リードシールド層6への熱伝導効率が向上する。したがって、薄膜コイル16において発生した熱をより効率よく放熱することができる。

20

【0074】

また、第4に、上記実施の形態では、分割構造を有するように放熱層10を構成したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図16に示したように、1つの連続構造を有して連続的に延在するように放熱層10を構成してもよい。この場合には、分割構造を有するように放熱層10を構成する場合と比較して、その放熱層10の形成を簡略化することができる。

30

【0075】

また、上記実施の形態では、単層構造を有するように磁極層13を構成したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図1に対応する図17に示したように、リーディング側において絶縁層21により周囲を埋設されるように配設され、エアベアリング面20から後退した位置から後方に向かって延在する補助磁極層131（第1の磁極層部分）と、トレーリング側に配設され、エアベアリング面20から後方に向かって延在する主磁極層132（第2の磁極層部分）とが積層された積層構造を有するように磁極層13を構成してもよい。この主磁極層132は、主要な磁束の放出部分として機能するものであり、例えば、図3に対応する図18に示したように、上記実施の形態において説明した磁極層13と同様の平面形状を有している。一方、補助磁極層131は、主磁極層132の磁気ボリューム（磁束収容量）を確保するための補助的な磁束の収容部分として機能するものであり、例えば、図18に示したように、幅W2を有する矩形状の平面形状を有している。なお、絶縁層21は、例えば、絶縁層14と同様の材料により構成されており、この絶縁層21には、放熱層10のうちの後方部10Bに対応する領域に、分離層12に設けられた開口部を通じて後方部10Bに連結され、その後方部10Bと同様に放熱機能を担う追加放熱層22が埋設されている。この場合には、補助磁極層131および主磁極層132が積層された磁極層13の構造的特徴に基づき、磁束の放出口（エアベアリング面20に露出した主磁極層132の露出面）を小さくしつつ、磁気ボリュームが確保される

40

50

ため、記録磁界強度を高めることができる。

【0076】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0077】

図19および図20は本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成を表しており、図19は図1に対応した断面構成を示し、図20は図3に対応した平面構成を示している。なお、図19および図20では、上記第1の実施の形態において説明した構成要素と同一の要素に同一の符号を付している。

【0078】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、延在方向において2つに分割された分割構造（前方部10A、後方部10B）を有するように放熱層10が構成されていた上記第1の実施の形態とは異なり、延在方向において3つに分割された分割構造（前方部10A、中間部10C、後方部10B）を有するように放熱層10が構成されている点を除き、上記第1の実施の形態において説明した薄膜磁気ヘッドと同様の構成を有している。

【0079】

この薄膜磁気ヘッドの放熱部100Bを構成する放熱層10は、例えば、図19および図20に示したように、互いに別体をなす3つの構成要素、すなわちエアベーリング面20から後退した始端位置P1から途中位置P3まで延在する前方部10Aと、その途中位置P3よりも後退した途中位置P4から終端位置P2まで延在する後方部10Bと、これらの前方部10Aと後方部10Bとの間の領域において薄膜コイル16の一端部に設けられた通電端子16TAの位置に対応して配設され、それらの前方部10Aおよび後方部10Bから分離されると共に通電端子16TAに電気的に連結された中間部10C（第3の放熱層部分）とを含んで構成されている。中間部10Cは、例えば、前方部10Aおよび後方部10Bと同様に放熱機能を果たすと共に、通電端子16TAを通じて薄膜コイル16に電流を供給するためのリードとして機能するものであり、前方部10Aや後方部10Bと同様に熱伝導性および熱膨張性を有する上、導電性を有する材料により構成されている。この中間部10Cは、例えば、前方部10Aと後方部10Bとの間の領域から一端部が外部に導出されたL字型の平面形状を有している。中間部10Cと前方部10Aとの間の間隔、および中間部10Cと後方部10Bとの間の間隔は、その中間部10Cと通電端子16TAとの間の電気的接続を確保可能な限り、自由に設定可能である。

【0080】

この薄膜磁気ヘッドでは、放熱層10のうちの外部に導出された中間部10Cの一端部を通じて薄膜コイル16に電流が供給されることにより、上記第1の実施の形態と同様に、情報の記録動作が実行される。この際、薄膜コイル16において発生した熱が放熱層10、すなわち前方部10Aおよび後方部10Bと共に中間部10Cを経由して放熱される。なお、この薄膜磁気ヘッドは、放熱層10の形成工程において、前方部10Aおよび後方部10Bと共に中間部10Cを含むように放熱層10をパターン形成する点を除き、上記第1の実施の形態において説明した製造方法を使用して製造可能である。

【0081】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、前方部10Aおよび後方部10Bと共に、薄膜コイル16の一端部に設けられた通電端子16TAに接続され、その薄膜コイル16に電流を供給するためのリードとしての機能を兼ねる中間部10Cを含むように放熱層10を構成したので、前方部10Aおよび後方部10Bと同様に中間部10Cを利用して薄膜コイル16において発生した熱を放熱しつつ、その中間部10Cを利用して薄膜コイル16に電流を供給することが可能となる。これにより、本実施の形態では、リードとしての機能を兼ねる中間部10Cを含めずに放熱層10を構成した上記第1の実施の形態とは異なり、薄膜コイル16に電流を供給するためのリードの形成を簡略化し、薄膜磁気ヘッドの製造容易化を実現することができる。なぜなら、放熱層10が中間部10Cを含まない上記第1の実施の形態の場合では、薄膜コイル16に電流を供給可能とするために、放熱

10

20

30

40

50

層 10 を形成する工程と、薄膜コイル 16 を形成する工程と、その薄膜コイル 16 とは別個に通電端子 16 TA に接続されるようにリードを形成する工程との 3 工程が必要となるが、放熱層 10 が中間部 10C を含む本実施の形態では、放熱層 10 の形成工程において、通電端子 16 TA に接続されると共に前方部 10A と後方部 10B との間の領域から一端部が導出されるように、リードの一部として機能する中間部 10C を形成しておけば、薄膜コイル 16 に電流を供給可能とするために、中間部 10C を含む放熱層 10 を形成する工程と、薄膜コイル 16 を形成すると同時に中間部 10C の一端部にリードを形成する工程との 2 工程だけで済むため、電流供給用のリードを形成するために必要な工程数が減る結果、薄膜磁気ヘッドの製造工程が簡略化されるからである。

【0082】

10

なお、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに関する上記以外の構成、動作、作用、効果および変形例、ならびに薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する上記以外の作用および効果は上記第 1 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0083】

以上をもって、本発明の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドについての説明を終了する。

【0084】

次に、図 21 および図 22 を参照して、本発明の薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気記録装置の構成について説明する。図 21 は磁気記録装置の切り欠き概観構成を表し、図 22 は磁気記録装置の主要部の外観構成を拡大して表している。この磁気記録装置は、上記第 1 または第 2 の実施の形態において説明した薄膜磁気ヘッドを搭載したものであり、例えばハードディスクドライブである。

20

【0085】

この磁気記録装置は、図 21 に示したように、例えば、筐体 200 の内部に、情報が記録される記録媒体としての複数の磁気ディスク（ハードディスク）201 と、各磁気ディスク 201 に対応して配置され、先端にヘッドスライダ 210 が取り付けられた複数のアーム 202 とを備えている。磁気ディスク 201 は、筐体 200 に固定されたスピンドルモータ 203 を中心として回転可能になっている。アーム 202 は、動力源としての駆動部 204 に接続されており、筐体 200 に固定された固定軸 205 を中心として、ペアリング 206 を介して旋回可能になっている。駆動部 204 は、例えば、ボイスコイルモータなどの駆動源を含んで構成されている。なお、図 21 では、例えば、固定軸 205 を中心として複数のアーム 202 が一体的に旋回するモデルを示している。

30

【0086】

ヘッドスライダ 210 は、図 22 に示したように、アーム 202 の旋回時に生じる空気抵抗を減少させるための凹凸構造が一面（エアペアリング面 220）に設けられた略直方体状の基体 211 のうち、そのエアペアリング面 220 と直交する一側面（図 22 中、右手前側の面）に、垂直記録方式の薄膜磁気ヘッド 212 が取り付けられた構成を有している。この薄膜磁気ヘッド 212 は、例えば、上記第 1 または第 2 の実施の形態において説明した構成を有するものである。なお、図 22 では、ヘッドスライダ 210 のうちのエアペアリング面 220 側の構造を見やすくするために、図 21 に示した状態とは上下を反転させた状態を示している。

40

【0087】

なお、薄膜磁気ヘッド 212 の詳細な構成については、上記各実施の形態において既に詳細に説明したので、その説明を省略する。

【0088】

この磁気記録装置では、情報の記録時においてアーム 202 が旋回することにより、磁気ディスク 201 のうちの所定の領域（記録領域）までヘッドスライダ 210 が移動する。そして、磁気ディスク 201 と対向した状態において薄膜磁気ヘッド 212 が通電されると、上記各実施の形態において説明したように動作することにより、薄膜磁気ヘッド 212 が磁気ディスク 201 に情報を記録する。

【0089】

50

この磁気記録装置では、本発明の薄膜磁気ヘッド 212 を備えるようにしたので、磁気ディスク 201 に対する薄膜磁気ヘッド 212 の衝突に起因した故障を可能な限り防止することができる。

【0090】

なお、この磁気記録装置に搭載されている薄膜磁気ヘッド 212 に関する上記以外の構成、動作、作用、効果および変形例等は上記各実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【実施例】

【0091】

次に、本発明に関する実施例について説明する。

10

【0092】

上記各実施の形態において説明した一連の構成を有する本発明の薄膜磁気ヘッドを代表して、上記第1の実施の形態において説明した薄膜磁気ヘッド（図1～図3参照；以下、単に「本発明の薄膜磁気ヘッド」という。）を磁気記録装置（図21および図22参照）に搭載して記録処理を実行した際の突出量を調べたところ、図23に示した結果が得られた。図23はヘッド位置と突出量との間の相関を表しており、「横軸」はヘッド位置、すなわち基板1の位置（基板1と絶縁層2との境界位置）を基準（0 μm）とした場合における薄膜磁気ヘッド中の厚さ方向（Z軸方向）における位置（μm）を示し、「縦軸」は突出量、すなわち薄膜磁気ヘッドを構成する各構成要素のエアベーリング面20からの突出長さ（nm）を示している。本発明の薄膜磁気ヘッドの突出量を調べる際には、その突出量を比較評価するために、上記実施の形態において図9に示した第1の比較例の薄膜磁気ヘッドの突出量および図10に示した第2の比較例の薄膜磁気ヘッドの突出量も調べた。なお、図23に示した「23A」は第1の比較例の薄膜磁気ヘッドに関する結果を示し、「23B」は第2の比較例の薄膜磁気ヘッドに関する結果を示し、「23C」は本発明の薄膜磁気ヘッドに関する結果を示している。また、図23に「(1)」として示した位置は磁極層13の配設位置を示し、「(2)」として示したはライトシールド層18の配設位置を示している。なお、本発明の薄膜磁気ヘッドの構成条件は、放熱層10の材質、厚さ、幅=銅、3.1 μm、90 μm、薄膜コイル16に印加した起磁力=150 A T、分離層9、12の厚さ=0.2 μmとした。

20

【0093】

図23に示した結果から判るように、薄膜磁気ヘッドの突出量は基板1から離れるにしたがって次第に大きくなり、特に、磁極層13の配設位置(1)およびライトシールド層18の配設位置(2)において顕著に大きくなった。ここで、第1の比較例(23A)、第2の比較例(23B)および本発明(23C)の間で磁極層13およびライトシールド層18の突出量を比較すると、その突出量は磁極層13およびライトシールド層18のいずれに関しても第1の比較例よりも第2の比較例において減少し、さらに、第2の比較例よりも本発明において減少した。具体的な突出量を挙げれば、磁極層13の突出量T1およびライトシールド層18の突出量T2は、第1の比較例においてT1=2.60 nm、T2=4.10 nm、第2の比較例においてT1=2.30 nm、T2=3.70 nm、本発明においてT1=1.74 nm、T2=1.90 nmとなり、本発明において著しく減少した。この結果は、第1の比較例、第2の比較例および本発明の順に薄膜磁気ヘッドの放熱特性が向上し、その薄膜磁気ヘッド中の記録ヘッド部100°Cの蓄熱量が減少したこと示している。このことから、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、第1および第2の比較例の薄膜磁気ヘッドよりも磁極層13やライトシールド層18の突出量を減少させることにより記録媒体との衝突を防止し、記録動作を安定に確保することができることが確認された。

40

【0094】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。具体的には、例えば、上記各実施の形態では、本発明を単磁極型ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られる

50

ものではなく、リング型ヘッドに適用してもよい。また、上記実施の形態では、本発明を複合型薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや、記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドにも適用可能である。もちろん、本発明を、書き込み用の素子および読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄膜磁気ヘッドについても適用可能である。

【0095】

また、上記実施の形態では、本発明を垂直記録方式の薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、本発明を長手記録方式の薄膜磁気ヘッドに適用することも可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【0096】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドおよびその薄膜磁気ヘッドを備えた磁気記録装置は、例えば、ハードディスクに磁気的に情報を記録するハードディスクドライブなどに適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面構成（エアベアリング面に垂直な断面構成）を表す断面図である。

20

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの他の断面構成（エアベアリング面に平行な断面構成）を表す断面図である。

【図3】図1および図2に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表す平面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造工程における一工程を説明するための断面図である。

30

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに対する第1の比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成（エアベアリング面に垂直な断面構成）を表す断面図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに対する第2の比較例としての薄膜磁気ヘッドの断面構成（エアベアリング面に平行な断面構成）を表す断面図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成に関する変形例を説明するための断面図である。

【図12】放熱層およびその周辺構造の構成に関する第1の変形例を説明するための断面図である。

40

【図13】放熱層およびその周辺構造の構成に関する第1の変形例の他の態様を説明するための断面図である。

【図14】放熱層およびその周辺構造の構成に関する第2の変形例を説明するための断面図である。

【図15】放熱層およびその周辺構造の構成に関する第3の変形例を説明するための断面図である。

【図16】放熱層およびその周辺構造の構成に関する第4の変形例を説明するための断面図である。

【図17】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの構成に関する他の変形例を説明するための断面図である。

【図18】図17に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表す平面図である。

【図19】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面構成（エアベアリング

50

面に垂直な断面構成)を表す断面図である。

【図20】図19に示した薄膜磁気ヘッドの主要部の平面構成を表す平面図である。

【図21】本発明の薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気記録装置の切り欠き外観構成を表す斜視図である。

【図22】図21に示した磁気記録装置の主要部の外観構成を拡大して表す斜視図である。

【図23】本発明の薄膜磁気ヘッドに関するヘッド位置と突出量との間の相関を表す図である。

【符号の説明】

【0098】

1…基板、2, 4, 14, 17, 21…絶縁層、3…下部リードシールド層、5…シールドギャップ膜、6…上部リードシールド層、6A, 10A…前方部、6B, 10B…後方部、7, 9, 11(11A, 11B), 12…分離層、8…MR素子、10…放熱層、10C…中間部、11Z…前駆分離層、13…磁極層、15…ギャップ層、15BG…パックギャップ、16…薄膜コイル、16TA, 16TB…通電端子、18…ライトシールド層、19…オーバーコート層、20, 220…エアベアリング面、22…追加放熱層、100A…再生ヘッド部、100B…放熱部、100C…記録ヘッド部、131…補助磁極層、132…主磁極層、181…TH規定層、182…ヨーク層、200…筐体、201…磁気ディスク、202…アーム、203…スピンドルモータ、204…駆動部、205…固定軸、206…ベアリング、210…ヘッドスライダ、211…基体、212…薄膜磁気ヘッドM…媒体進行方向、FP…フレアポイント、P1…始端位置、P2…終端位置、P3, P4…途中位置、TH…スロートハイト、TP…スロートハイトゼロ位置。

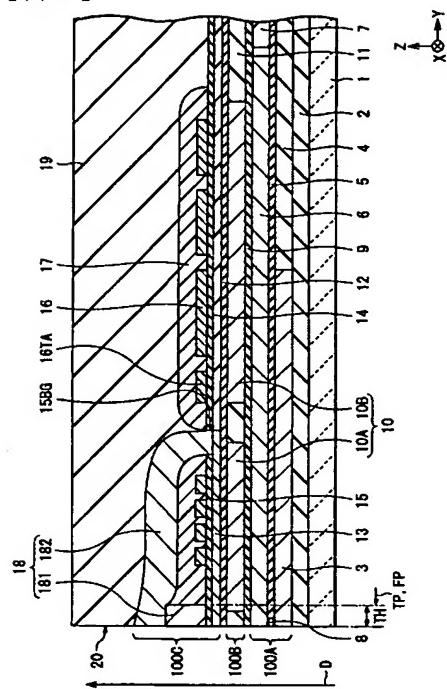
10

20

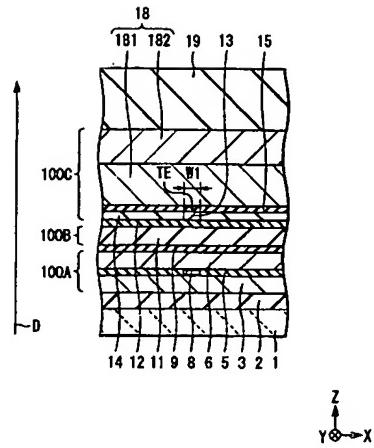
30

40

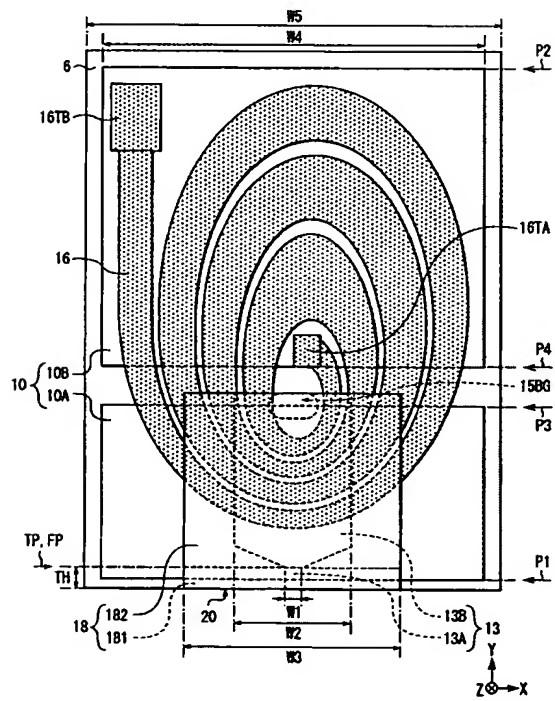
【図 1】



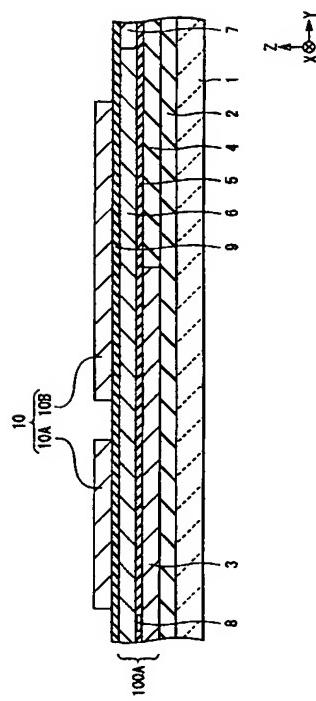
【図 2】



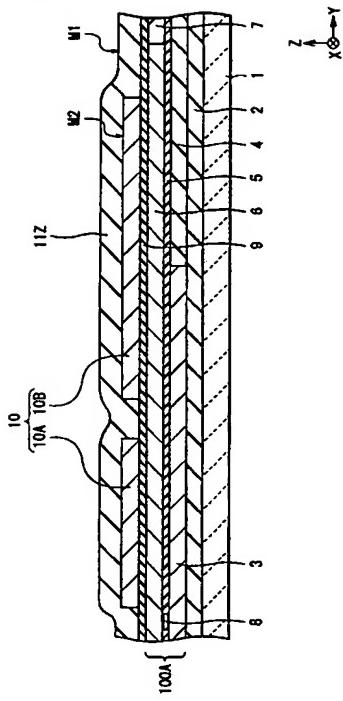
【図 3】



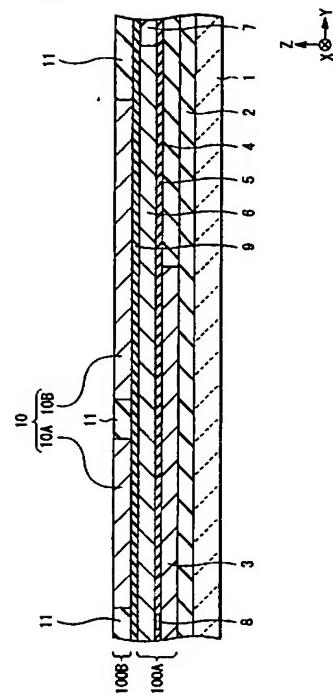
【図 4】



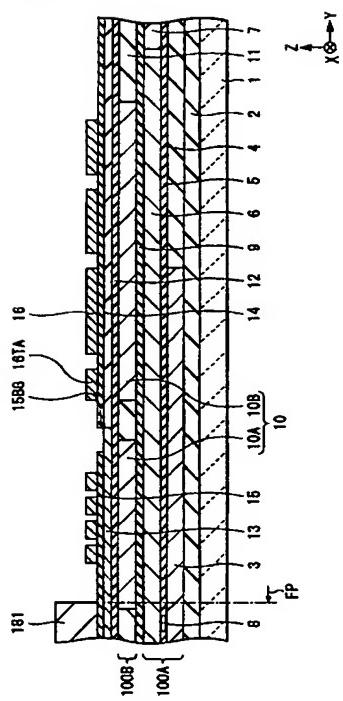
【図5】



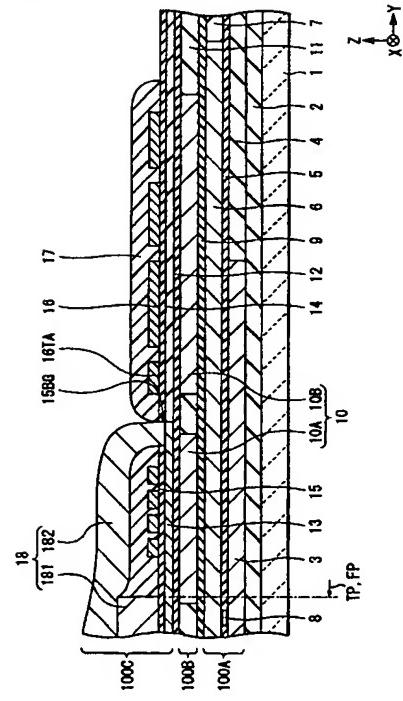
【図6】



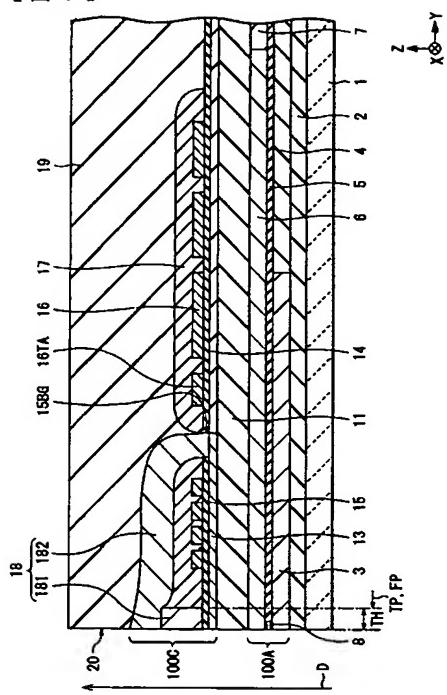
【図7】



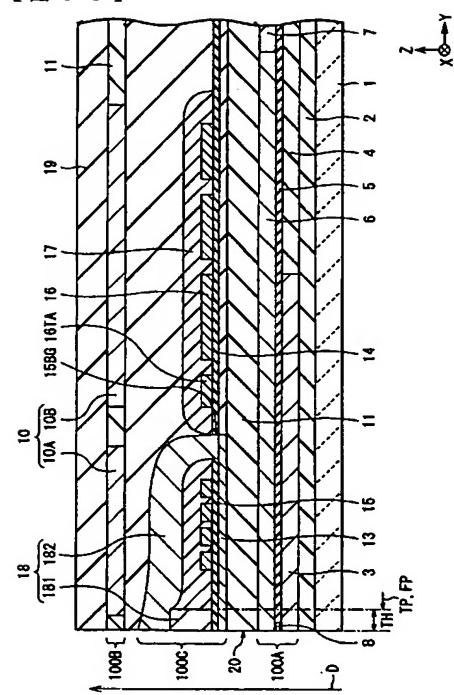
【図8】



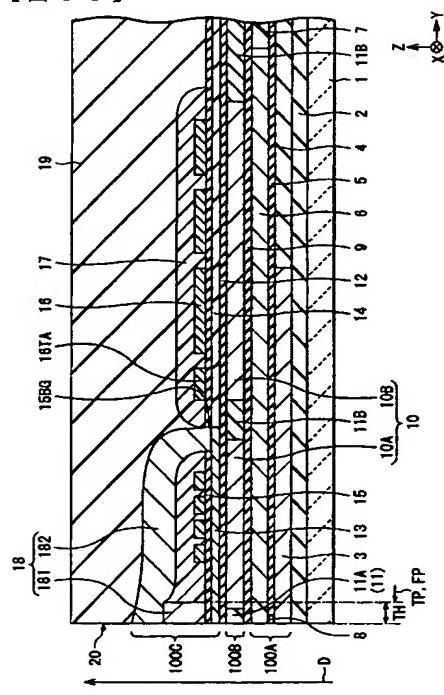
【図9】



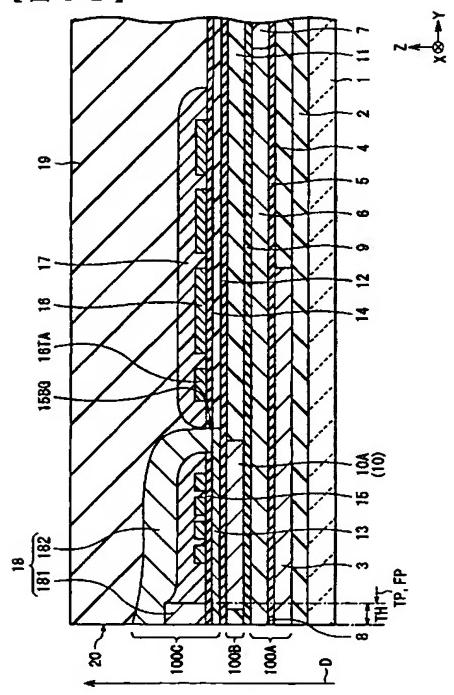
【図10】



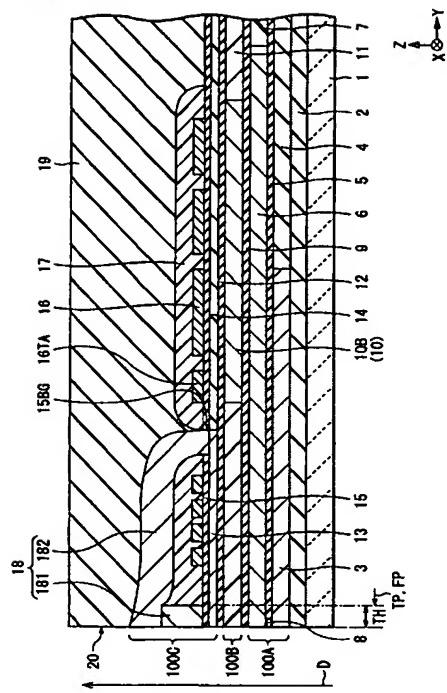
【図11】



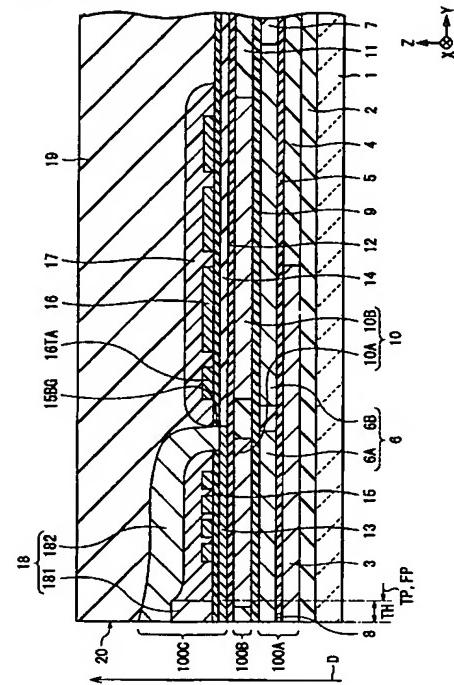
【図12】



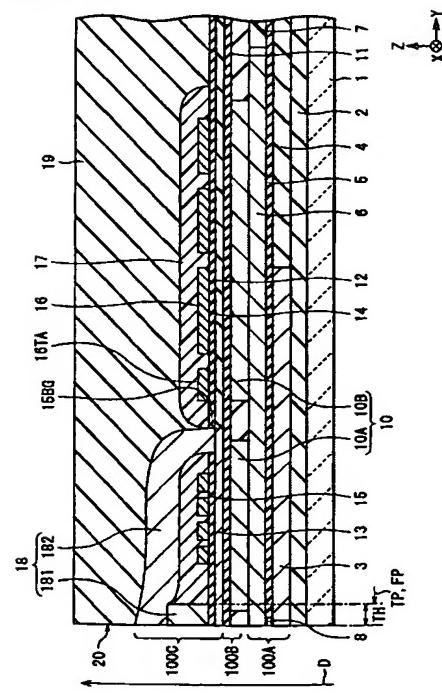
【図13】



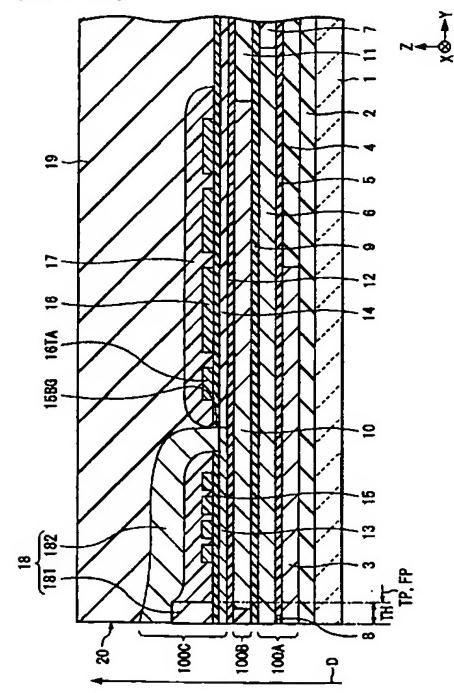
【図14】



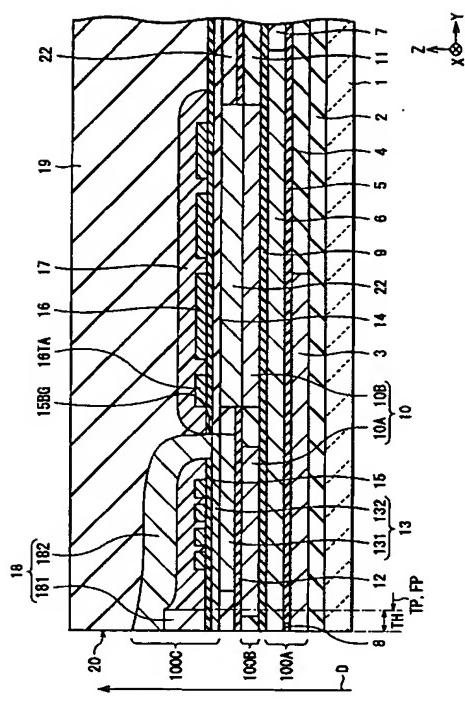
【図15】



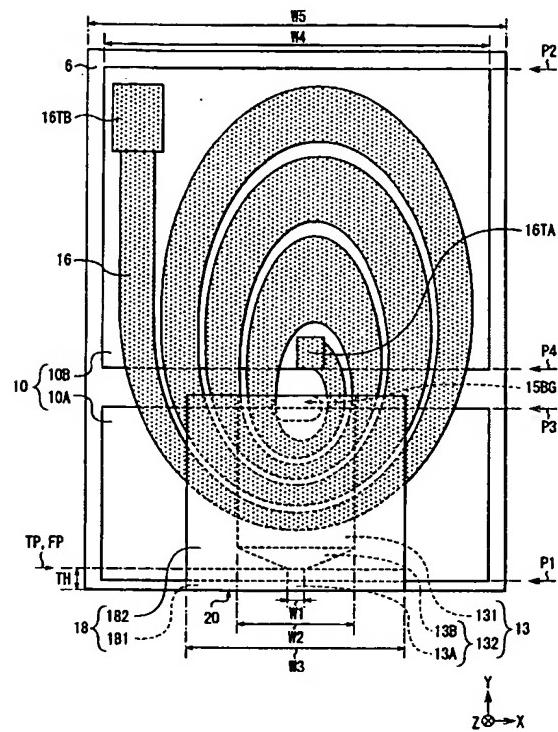
【図16】



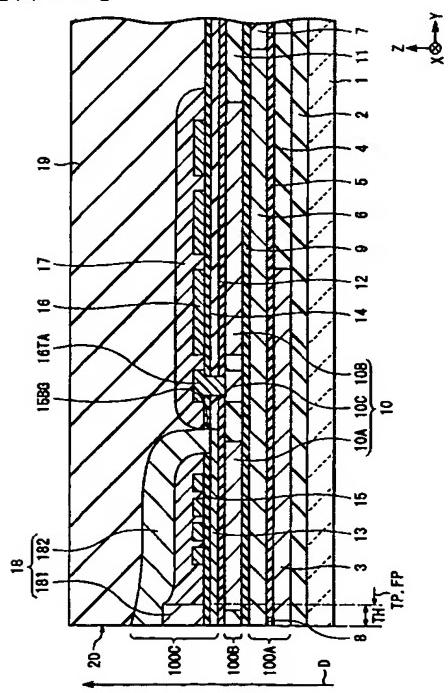
【図17】



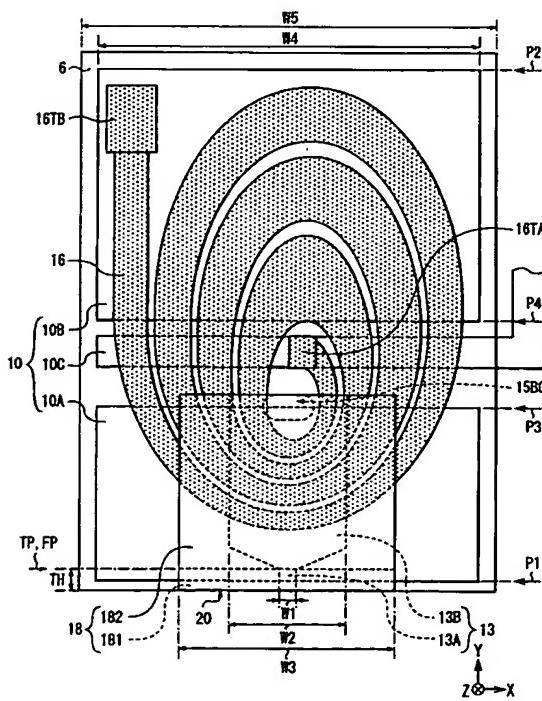
【図18】



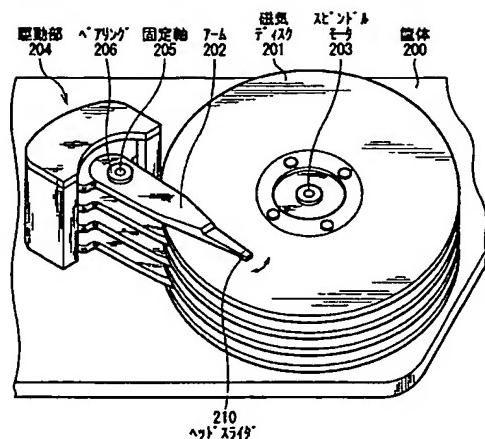
【図19】



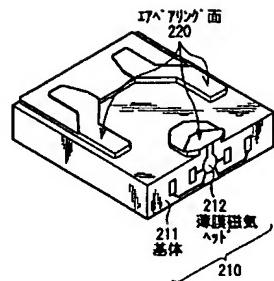
【図20】



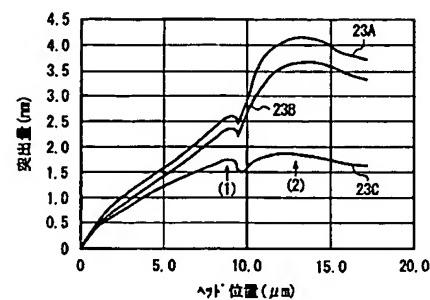
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100098785
弁理士 藤島 洋一郎

(72)発明者 的野 直人
長野県佐久市小田井543

(72)発明者 太田 憲和
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

(72)発明者 大槻 光夫
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

F ターム(参考) 5D033 AA05 BA08 BA35 BA39 BA71 BB22 BB43 DA04
5D034 AA05 BA02 BA21 BB09 BB12 CA02